



TUGAS AKHIR - SS 145561

**ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI GAS
HIDROGEN DI PT. SAMATOR GRESIK**

ROMI ZAKI FERDIYANTO
NRP 1314 030 092

Dosen Pembimbing
Dra. Lucia Aridinanti, M.T.
Iis Dewi Ratih, S.Si M.Si.

DEPARTEMEN STATISTIKA BISNIS
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017



TUGAS AKHIR - SS 145561

**ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI GAS
HIDROGEN DI PT. SAMATOR GRESIK**

**ROMI ZAKI FERDIYANTO
NRP 1314 030 092**

**Dosen Pembimbing
Dra. Lucia Aridinanti, M.T.
Iis Dewi Ratih, S.Si M.Si.**

**DEPARTEMEN STATISTIKA BISNIS
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



FINAL PROJECT - SS 145561

**CAPABILITY ANALYSIS OF HYDROGEN GAS
PRODUCTION PROCESS IN PT. SAMATOR GRESIK**

**ROMI ZAKI FERDIYANTO
NRP 1314 030 093**

**Supervisor
Dra. Lucia Aridinanti, M.T.
Iis Dewi Ratih, S.Si M.Si.**

**DEPARTMENT OF BUSINESS STATISTICS
FACULTY OF VOCATIONAL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI GAS HIDROGEN DI PT. SAMATOR GRESIK

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya pada
Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ROMI ZAKI FERDIYANTO
NRP. 1314 030 092

SURABAYA, JULI 2017

Menyetujui,

Pembimbing

Co Pembimbing



Dra. Lucia Aridinanti., M.T
NIP 1961031 198701 2 001



Iis Dewi Ratih, S.Si., M.Si
NIP 19910610 201504 2 001

Mengetahui

Kepala Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi ITS



Dr. Wahyu Wibowo, S.Si., M.Si
NIP 19740328 199802 1 001

DEPARTEMEN
STATISTIKA BISNIS

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufik dan hidayah-Nya. Sholawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW atas suri tauladan dalam kehidupan ini sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Analisis Kapabilitas Proses Produksi Gas Hidrogen Di PT. SAMATOR Gresik”**. terselesaikannya Tugas Akhir ini tak lepas dari peran serta berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan banya terima kasih kepada :

1. Dra. Lucia Aridinanti, M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir dan dosen wali yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, masukan, dan dukungan kepada penulis dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
2. Iis Dewi Ratih, S.Si, M.Si. selaku dosen co-pembimbing Tugas Akhir yang telah sabar memberikan bimbingan, saran, dan semangat kepada penulis dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
3. Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, M.T selaku dosen penguji dan validator yang telah banyak memberikan saran dan masukan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Dr. Brodjol Sutijo, M.T selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan saran dan masukan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Dr. Wahyu Wibowo, S.Si., M.Si selaku Ketua Departemen Statistika Bisnis ITS yang telah membimbing dan mengarahkan dengan sabar untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si selaku Ketua Program Studi Program Diploma III Departemen Statistika Bisnis Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.\

7. Seluruh dosen dan staf karyawan Departemen Statistika Bisnis ITS yang telah memberikan ilmu – ilmu dan pengalaman yang bermanfaat bagi penulis.
8. Sampurno selaku Manajer Produksi dan Ratno Aditya T.P. selaku Supervisor *QC* di PT. SAMATOR Gresik Jawa Timur yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian Tugas Akhir di PT. SAMATOR Gresik Jawa Timur.
9. Ibu Faridah Hanum, Ayah Prihariyanto, Adek Marshanda Safa Nabilah dan keluarga besar yang telah memberikan do'a, motivasi, dukungan yang tidak akan pernah bisa digantikan dengan apapun.
10. Teman-teman yang selalu memotivasi dan mendorong, serta selalu mengingatkan dan menemani dalam melakukan penyusunan Tugas Akhir ini, Alan, Affanda, Amin, Ardilia, Chang, Dendi, Dhani, Fahmi, Febryan, Ilma, Khanif, Nesyah, Rahmat, Rendy, Rofik, Sheli, Wanto, dan Dea.
11. Teman-teman dari Departemen Statistika dan Statistika Bisnis Angkatan 2014 yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis yang telah membantu ketika penulis membutuhkan
12. Pihak-pihak yang sudah banyak membantu penulis dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis menerima saran dan kritik yang diberikan. Penulis berharap semoga laporan ini dapat memberikan banyak manfaat untuk pembaca.

Surabaya, Mei 2017

Penulis

ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI GAS HIDROGEN DI PT. SAMATOR GRESIK

Nama Mahasiswa : Romi Zaki Ferdiyanto
NRP : 1314 030 092
Departemen : Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS
Dosen Pembimbing : Dra. Lucia Aridinanti, M.T.
Co Pembimbing : Iis Dewi Ratih, S.Si., M.Si.

Abstrak

Gas Hidrogen memiliki proses produksi yang cukup panjang dan berskala besar, produk gas Hidrogen yang tidak lulus standar kelayakan dari PT. SAMATOR akan di daur ulang kembali sehingga hal itu memberikan ketidak efisienan dalam hal pengendalian kualitas yang dihasilkan dari produk tersebut sehingga perlu adanya analisis yang lebih lanjut dengan peta kendali T^2 Hotteling untuk memantau mean proses dan Peta Generalized Varians untuk memantau variabilitas proses dengan memenuhi asumsi distribusi normal multivariat dan independensi. Untuk selanjutnya digunakan analisis kapabilitas proses untuk mengetahui bagaimana akurasi dan presisi dari setiap variabel. Hasil analisis yang telah dilakukan menunjukkan pada periode Bulan November sampai Desember 2016 telah terkendali secara statistik berdasarkan variabilitas maupun mean proses. Produksi Gas Hidrogen Di PT. SAMATOR memiliki proses yang baik. Proses produksi Gas Hidrogen $6m^3$ bulan November dan Desember 2016 telah kapabel dan kemampuan prosesnya sangat baik karena memiliki nilai C_p sebesar 1,978 yang cukup presisi namun belum memiliki akurasi produksi yang baik karena memiliki nilai MC_{pk} sebesar 0,463

Kata Kunci : Akurasi, Analisis Multivariat, Gas Hidrogen, Kapabilitas Proses, Peta Generalized Varians, Peta Kendali T^2 Hotteling, Presisi,

CAPABILITY ANALYSIS OF HYDROGEN GAS PRODUCTION PROCESS IN PT. SAMATOR GRESIK

Name : Romi Zaki Ferdiyanto
NRP : 1314 030 092
Department : Business Statistics Faculty Of
Vocation ITS
Supervisor : Dra. Lucia Aridinanti, M.T.
Co Supervisor : Iis Dewi Ratih, S.Si., M.Si.

Abstrak

Hydrogen gas has a long production process and large-scale, Hydrogen gas products that do not pass the feasibility standards of PT. SAMATOR will be recycled so that it provides inefficient in terms of quality control resulting from the product so there needs to be further analysis with the T^2 Hotteling control chart to monitor the process mean and Generalized Variance Map to monitor process variability by fulfilling the assumption Multivariate normal distribution and independence. To further use the process capability analysis to find out how accuracy and precision of each variable. The results of the analyzes that have been performed show that the period of November to December 2016 has been controlled statistically based on variability and mean process. Production of Hydrogen Gas At PT. SAMATOR has a good process. The production process of 6m³ Hydrogen Gas in November and December 2016 has been capable and process capability is very good because it has a value of Cp of 1,978 which is quite precise but not yet have good production accuracy because it has an MCpk value of 0.463

Keywords: Accuracy, Generalized Variance Control Chart, Hidrogen Gas, Multivariate Analysis, Precision, Process Capability Analysis, T^2 Hotteling Control Chart

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Peta Kendali	5
2.2 Peta Kendali Multivariat	5
2.2.1 Pengujian Dependensi Variabel.....	6
2.2.2 Distribusi Normal Multivariat.....	8
2.2.3 Peta Kendali <i>Generalized Variance</i>	9
2.2.4 Peta Kendali T^2 Hotelling	10
2.3 Kapabilitas Proses	13
2.4 Diagram Ishikawa.....	14
2.5 Proses Produksi Hidrogen	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Variabel Penelitian	19
3.2 Teknik Pengambilan Sampel	20
3.3 Langkah Analisis	20
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Deskripsi Karakteristik Kualitas	23
4.2 Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Fase 1.....	23
4.2.1 Uji Independensi Karakteristik Kualitas Fase 1.....	24
4.2.2 Pemeriksaan Distribusi Normal <i>Multivariate</i> Fase 1.	24
4.2.3 Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> Fase 1	25

4.2.4 Peta Kendali T^2 Hotelling Fase 1	26
4.3 Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Fase 2.....	27
4.3.1 Uji Independensi Karakteristik Kualitas Fase 2.....	27
4.3.2 Pemeriksaan Distribusi Normal <i>Multivariate</i> Fase 2.	28
4.3.3 Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> Fase 2	29
4.3.4 Peta Kendali T^2 Hotelling Fase 2	30
4.3.5 Analisis Perbandingan Fase Kerja	31
4.5 Kapabilitas Proses	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	39
BIODATA PENULIS	58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram Sebab Akibat.....	16
Gambar 2.2 Peta Proses Produksi	18
Gambar 3.1 Diagram Alir	22
Gambar 4.1 Distribusi Normal Proses Produksi Fase 1.....	25
Gambar 4.2 Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> Fase 1.....	26
Gambar 4.3 Peta Kendali T^2 Hotelling Fase 1	27
Gambar 4.4 Distribusi Normal Proses Produksi Fase 2.....	29
Gambar 4.5 Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> Fase 2.....	30
Gambar 4.6 Peta Kendali T^2 Hotelling Fase 2	31

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Struktur Data T^2 <i>Hotteling</i>	13
Tabel 3.1 Variabel Penelitian	19
Tabel 3.2 Waktu Pengambilan Sampel.....	19
Tabel 3.3 Teknik Pengambilan Sampel	20
Tabel 4.1 Deskripsi Kualitas Proses Produksi	25
Tabel 4.2 Uji Perbandingan Treatment Terhadap Fase Kerja...	32

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data Proses Produksi Tabung Hidrogen 6m ³	39
Lampiran 2 <i>Output</i> Independensi Variabel.....	44
Lampiran 3a Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat Fase 1.....	45
Lampiran 3b Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat Fase 2.....	48
Lampiran 4 Uji <i>Homogenitas</i>	51
Lampiran 4 Uji MANOVA <i>One Way</i>	52
Lampiran 5 Kapabilitas Proses Multivariat	55
Lampiran 6 Surat Pernyataan Keaslian Data	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini dunia industri memegang peran penting dalam era pembangunan di Indonesia. Munculnya industri kecil dan besar baik perusahaan milik swasta maupun perusahaan milik negara akan menjadi tonggak dalam pembangunan bangsa. Kemampuan perusahaan menghasilkan produk barang atau jasa yang bermutu tinggi merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan agar tetap dapat bersaing dan memiliki prospek keberhasilan jangka panjangnya. Dalam dunia industri, banyak kebutuhan proses yang tidak dapat diselesaikan dengan cara sederhana.

Proses produksi adalah kegiatan yang mengkombinasikan faktor-faktor produksi (*man, money, material, method*) yang ada untuk menghasilkan suatu produk, baik berupa barang atau jasa yang dapat diambil nilai lebihnya atau manfaatnya oleh konsumen. Sifat proses produksi adalah mengolah, yaitu mengolah bahan baku dan bahan pembantu secara manual dengan menggunakan peralatan, sehingga menghasilkan suatu produk yang nilainya lebih dari barang semula. Produk atau barang adalah hasil kegiatan produksi yang mempunyai sifat-sifat fisik dan kimia, serta ada jangka waktu antara saat diproduksi dengan saat produk tersebut dikonsumsi atau digunakan.

Peta kendali adalah suatu alat yang digunakan untuk melihat kualitas hasil proses produksi apakah terkendali secara statistik. Peta kendali dibedakan menjadi peta kendali variabel dan peta kendali atribut. Peta kendali variabel merupakan peta kendali yang digunakan untuk mengukur karakteristik kualitas yang terukur dengan mengendalikan *mean process* dan variabilitas proses. Peta kendali dibedakan menjadi dua yaitu peta kendali univariat dan multivariat. Peta kendali univariat adalah peta

kendali yang menggunakan satu karakteristik kualitas. Peta kendali multivariat adalah peta kendali dimana karakteristik kualitas yang digunakan lebih dari satu.

Produk utama SAMATOR adalah hidrogen peroksida (dengan konsentrasi sebesar 30% dan 50%), namun SAMATOR juga menyediakan produk yang disesuaikan berdasarkan permintaan pelanggan. Saat ini SAMATOR mengalami permintaan yang lebih tinggi di pasar lokal dibandingkan dengan pasokan yang ada. Selain hidrogen peroksida, SAMATOR juga menyediakan sorbitol dan glukosa (untuk food grade). SAMATOR melayani pelanggan di berbagai industri mulai dari bubur kertas, tekstil, dan industri lainnya. Hidrogen Plant telah lama berdiri dari tahun 1997 sehingga ingin diketahui apakah produk yang dihasilkan telah memenuhi standar yang telah ditentukan.

Quality Control merupakan divisi yang terdapat di PT. SAMATOR Surabaya. Pada divisi tersebut proses produksi sudah sesuai dengan batas spesifikasi yang sudah ditentukan perusahaan. Namun departemen divisi tersebut ingin mengetahui apakah produksi yang dihasilkan sudah terkendali secara statistik atau tidak. Proses produksi gas Hidrogen di PT. SAMATOR memiliki kapasitas yang besar dan produk ini memiliki alur produksi yang cukup panjang. Produk Hidrogen ini digunakan untuk produksi di industri yang menggunakan bahan baku Hidrogen. Produk Hidrogen di PT SAMATOR memiliki standar khusus yang telah ditetapkan oleh PT. SAMATOR, produk yang tidak lulus standar dari kualitas yang ditetapkan oleh PT. SAMATOR akan di daur ulang kembali hal ini menyebabkan proses produksi kurang efisien

Penelitian dengan peta kendali T^2 Hotelling pernah dilakukan oleh (Mawardi, 2016) pada proses produksi Diplomat Mild di PT. Gelora Djaya Surabaya Jawa Timur menghasilkan saran kepada perusahaan yakni adalah PT. Gelora Djaya Surabaya perlu

melakukan perbaikan pada proses produksi *Diplomat Mild* serta pengambilan sampel bisa dilakukan secara terus-menerus (tiap jam) untuk mengecek proses produksi yang terus berjalan dan memastikan penyebab proses produksi tidak terkendali secara statistik.

Penelitian dengan peta kendali T^2 Hotteling belum pernah dilakukan sebelumnya hal ini memungkinkan untuk melakukan penelitian terhadap proses produksi gas Hidrogen di PT. SAMATOR. Penelitian bertujuan untuk mengetahui penyebab dari tidak lulusnya produk gas Hidrogen yang membuat proses produksi sedikit kurang efisien dan untuk mengetahui data proses produksi terkendali secara statistik atau tidak.

1.2. Perumusan Masalah(Permasalahan)

PT. SAMATOR Indonesia memiliki berbagai jenis mesin untuk produksi gas dan alat – alat untuk mengurai udara dan memproduksi gas berbagai macam untuk kebutuhan masyarakat. PT. SAMATOR Indonesia memiliki divisi *Quality Control* yang berfungsi menjaga kualitas produk agar tetap sesuai dengan spesifikasi dengan cara, PT SAMATOR akan mendaur ulang produk mereka yang belum memenuhi standar, hal ini menyebabkan proses produksi kurang efisien

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin didapatkan berdasarkan perumusan masalah dalam penelitian kali ini adalah sebagai berikut

1. Menganalisis kualitas produk Hidrogen Tabung terkendali secara statistik dalam variabilitas dan *mean* proses pada bulan November dan Desember tahun 2016.
2. Menganalisis kapabilitas proses produk Hidrogen Tabung pada bulan November dan Desember tahun 2016.

1.4. Ruang lingkup / Batasan Masalah

PT. SAMATOR Gresik memiliki 2 jenis Produk yang di produksi yakni *Acetylene* dan Hidrogen. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder pada departemen *Quality Control*. Data yang dianalisis adalah produk Hidrogen Tabung ukuran 6m³.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Hasil yang didapatkan dari pengendalian kualitas dapat menjadi saran untuk pihak PT. SAMATOR Gresik, agar segera memperbaiki sistem apabila terjadi masalah pada faktor-faktor penyebab permasalahan.
2. Hasil yang didapatkan dari analisis kapabilitas dapat menjadi pertimbangan untuk pihak PT. SAMATOR Gresik, agar memperbaiki sistem apabila terjadi kekurangan dalam hal presisi ataupun akurasi dalam sistem produksi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peta Kendali

Pengendalian kualitas statistika merupakan suatu metode untuk mengevaluasi kualitas produk hasil produksi dengan menggunakan metode-metode statistik, salah satu metode statististik yang akan digunakan adalah peta kendali. Terdapat dua jenis karakteristik kualitas, yaitu variabel dan atribut. Karakteristik kualitas variabel adalah karakteristik kualitas produk yang dinyatakan melalui besaran yang dapat diukur, misalnya, panjang, lebar, temperatur, dll. Karakteristik kualitas atribut adalah karakteristik kualitas suatu produk yang dinyatakan dengan kategori tertentu, misalnya baik dan buruk, seperti produk cacat atau produk baik, jenis-jenis, dan lainnya.

Apabila karakteristik kualitas atribut, maka digunakan peta kendali atribut, tetapi jika karakteristik kualitas variabel digunakan peta kendali variabel. Peta kendali atribut antara lain, peta p, peta np, peta c, dan peta u. Peta kendali variabel ada beberapa macam, jika karakteristik kualitas hanya satu, maka digunakan peta kendali peta $\bar{\bar{X}} - R$, peta $\bar{\bar{X}} - S$, dan peta individu, tetapi jika karakteristik kualitas lebih dari satu dan antar karakteristik kualitas saling berkorelasi maka digunakan peta kendali T^2 Hotelling dan *Generalized Variance* (Montgomery, 2009).

2.2 Peta Kendali Multivariat

Analisis multivariat merupakan analisis statistika pada data yang terdiri dari banyak variabel dan antar variabel saling berhubungan (Johnson, Richard A; Wichern, Dean W, 2007). Konsep dasar dari analisis multivariat adalah variabel harus berkorelasi dengan variabel lainnya dan data berdistribusi normal multivariat.

2.2.1 Pengujian Dependensi Variabel

Pengamatan dengan p variabel, yaitu vektor $\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_p$ dikatakan independen jika matriks korelasi antar variabel sama dengan matriks identitas (Morrison, 1990). Untuk mengetahui apakah variabel-variabel saling independen maka digunakan metode *Barlett's Test* dengan hipotesis sebagai berikut.

Hipotesis :

$H_0 : \mathbf{R} = \mathbf{I}$ (Karakteristik kualitas saling independen)

$H_1 : \mathbf{R} \neq \mathbf{I}$ (Karakteristik kulaitas saling dependen)

Statistik Uji *Chi square* :

$$\chi^2 = - \left[n - 1 - \frac{2p+5}{6} \right] \ln |\mathbf{R}| \quad (2.1)$$

Keterangan :

n : jumlah observasi

p : jumlah variabel dan

\mathbf{R} : matrik korelasi dari masing-masing variabel

$|\mathbf{R}|$: Determinan matrik korelasi

Daerah penolakan :

H_0 ditolak jika nilai $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{(\alpha; \frac{1}{2}p(p-1))}$

$\chi^2_{(\alpha; \frac{1}{2}p(p-1))}$ adalah nilai distribusi *chi-square* dengan tingkat

kepercayaan sebesar $1 - \alpha$ dan derajat bebas $\frac{1}{2}p(p-1)$. Matrik korelasi \mathbf{R} diberikan oleh (Walpole, 1995).

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \cdots & r_{1p} \\ r_{21} & 1 & \cdots & r_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{p1} & r_{p2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p x_{ij} x_{ip} - (\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p x_{ij})(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p x_{ip})}{\sqrt{\left[n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p x_{ij}^2 - (\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p x_{ij})^2 \right] \left[n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p x_{ip}^2 - (\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p x_{ip})^2 \right]}} \quad (2.2)$$

Dimana :

- r = nilai korelasi antara karakteristik kualitas ke-j dan karakteristik kualitas ke-p
- i = jumlah sampel tiap subgrup i=1,2,...,n
- x_{ij} = sampel karakteristik kualitas ke-i (i=1,2,...,n)
karakteristik kualitas ke-j (j=1,2,...,p)
- x_{np} = sampel karakteristik kualitas ke-n sampai karakteristik kualitas ke-p (p=1,2,...,p)
- R** = matriks korelasi dari masing-masing karakteristik Kualitas

2.2.2 Distribusi Normal Multivariat

Analisis multivariat adalah analisis statistika yang dikenakan pada data yang terdiri dari banyak variabel dan antar variabel saling berkorelasi. Distribusi normal multivariat terjadi bila data yang ada mengikuti pola distribusi multivariat normal (Johnson, Richard A; Wichern, W Dean, 2007).

Langkah-langkah dalam pengecekan q-q plot adalah sebagai berikut

- a. Mengurutkan nilai d_{ij}^2 dari yang terkecil sampai yang terbesar

$$d_{ij}^2 = (x_{jk} - \bar{x}_{.j})' S_d^{-1} (x_{ik} - \bar{x}_{.i}) \quad (2.3)$$

dimana :

- i : 1, 2, ..., n

x_i : obyek pengamatan ke- i
 S^{-1} : invers matrik varian kovarian

$$S = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}})(\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}}) \quad (2.4)$$

dimana :

i : 1, 2, ..., n
 p : banyaknya karakteristik variabel kualitas
 n : banyaknya pengamatan

b. Mencari nilai $\chi^2_{\left(p, \frac{i-0.5}{n}\right)} = q_i$ dari tabel *chi-square*

c. Membuat scatter plot antara pasangan d_{ij}^2, q

2.2.3 Peta Kendali *Generalized Variance*

Suatu produk jika karakteristik kualitas lebih dari satu variabel dimana antar karakteristik kualitas tersebut saling dependen maka peta kendali yang digunakan adalah peta kendali multivariat. Terdapat dua jenis peta kendali yang digunakan untuk mengontrol kualitas dimana karakteristik kualitasnya multivariat yaitu pertama mengontrol varian proses dan kedua mengontrol *mean* proses. Diagram Kontrol *generalized variance* digunakan untuk mengontrol varians dari proses. Variabilitas proses digambarkan dari matriks varian kovarian Σ berukuran $p \times p$ dimana elemen diagonal utama adalah varians dan elemen yang lain adalah kovarians (Montgomery, 2009). Jika menggunakan pendekatan ini, plot pada peta kendali sampel ke- i adalah:

$$W_k = -pn + pn \ln(n) - n \ln \left(\frac{|\mathbf{A}_k|}{b_1} \right) + \text{tr}(\mathbf{S}^{-1} \mathbf{A}_k) \quad (2.5)$$

dimana $\mathbf{A}_k = (n-1) \mathbf{S}_k$, dimana \mathbf{S}_k adalah matrik kovarian subgrup ke- k , dan tr adalah *trace operator* (jumlah elemen diagonal utama).

Metode yang digunakan untuk mengontrol variabilitas proses adalah peta kendali *generalized variance* ($|\mathbf{S}|$) dimana

determinan dari sampel varian kovarian matriks secara luas digunakan untuk mengukur penyebaran multivariat. Aproksimasi asimtotik normal digunakan untuk mengembangkan diagram kontrol untuk $|\mathbf{S}|$, sehingga dalam menaksir *mean* dan varians dari $|\mathbf{S}|$ adalah sebagai berikut (Montgomery, 2009).

$$E(|\mathbf{S}|) = b_1 \frac{|\mathbf{S}|}{b_1} \quad (2.6)$$

dan

$$V(|\mathbf{S}|) = b_2 \frac{|\mathbf{S}|^2}{b_2} \quad (2.7)$$

dimana

$$b_1 = \frac{1}{(n-1)^p} \prod_{i=1}^p (n-i) \quad (2.8)$$

dan

$$b_2 = \frac{1}{(n-1)^{2p}} \prod_{i=1}^p (n-i) \left[\prod_{i=1}^p (n-i+2) - \prod_{i=1}^p (n-i) \right] \quad (2.9)$$

Sehingga batas kendali diagram kontrol untuk $|\mathbf{S}|$ adalah

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \frac{|\mathbf{S}|}{b_1} \left(b_1 + 3b_2^{1/2} \right) \\ \text{Garis Tengah} &= b_1 \frac{|\mathbf{S}|}{b_1} \\ \text{BKB} &= \frac{|\mathbf{S}|}{b_1} \left(b_1 - 3b_2^{1/2} \right) \end{aligned} \quad (2.10)$$

2.2.4 Peta Kendali T^2 Hotelling

Peta kendali T^2 Hotelling adalah suatu diagram yang digunakan untuk mengetahui apakah *mean* proses produksi terkendali secara statistik atau tidak dimana terdapat dua atau lebih karakteristik kualitas yang saling berhubungan. Karakteristik kualitasnya terdiri dari p variabel, yaitu x_1, x_2, \dots, x_p . Diagram kontrol T^2 Hotelling mempunyai subgrup berukuran m , dimana ukuran tiap-tiap subgrup adalah n dan p adalah jumlah karakteristik kualitas yang diamati pada tiap-tiap sampel (Montgomery, 2009). Untuk mencari rata-rata sampel dan varian adalah sebagai berikut.

$$\bar{x}_{jk} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ijk} \quad \left\{ \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, n \\ j = 1, 2, \dots, p \\ k = 1, 2, \dots, m \end{array} \right\} \quad (2.11)$$

$$s^2_{jk} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ijk} - \bar{x}_{jk})^2 \quad \left\{ \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, n \\ j = 1, 2, \dots, p \\ k = 1, 2, \dots, m \end{array} \right\} \quad (2.12)$$

Dimana x_{ijk} adalah sampel ke- i pada karakteristik kualitas ke- j dan pada subgrup ke- k . Kovarians diantara karakteristik kualitas ke- j dan karakteristik kualitas ke- h ($h=1, 2, \dots, p$) pada subgrup ke- k adalah

$$s^2_{jpk} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ijk} - \bar{x}_{jk})(x_{ipk} - \bar{x}_{pk}) \quad (2.13)$$

Nilai statistik dari rata-rata, varians dan kovarian semua sampel ke- m ditunjukkan pada persamaan berikut.

$$\bar{x}_{.j.} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \bar{x}_{.jk} \quad (2.14)$$

$$\bar{s}_{.j.}^2 = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m s_{.jk}^2 \quad (2.15)$$

$$\bar{s}_{.jp} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m s_{jpk} \quad (2.16)$$

Matriks varian kovarians S dari rata-rata sampel berukuran $p \times p$.

$$S = \begin{bmatrix} \bar{s}_1^2 & \bar{s}_{12} & \cdots & \cdots & \bar{s}_{1p} \\ & \bar{s}_2^2 & \cdots & \cdots & \bar{s}_{2p} \\ & & \cdots & \cdots & \bar{s}_{3p} \\ & & & \ddots & \vdots \\ & & & & \bar{s}_p^2 \end{bmatrix}$$

Sehingga diperoleh persamaan peta kendali T^2 Hotelling sebagai berikut.

$$T^2 = n(\bar{x}_{.jk} - \bar{\bar{x}})' S^{-1} (\bar{x}_{.jk} - \bar{\bar{x}}_{.j.}) \quad (2.17)$$

Dimana :

$\bar{x}_{.jk}$: Nilai rata-rata karekteristik kualitas setiap subgrup

$\bar{\bar{x}}_{.j.}$: Jumlah nilai rata-rata semua subgrup

Apabila $n=1$ maka batas kontrol fase I seperti di bawah ini.

$$BKA = \frac{p(m-1)(n-1)}{mn - m - p + 1} F_{\alpha, p, mn-m-p+1} \quad (2.18)$$

$$BKB = 0$$

Dimana

p = banyaknya karakteristik kualitas

m = jumlah subgrup

n = jumlah sampel setiap subgrup

Nilai $F_{\alpha; p; mn-m-p+1}$ merupakan nilai yang didapatkan dari tabel distribusi F dengan α ditetapkan oleh peneliti dan

derajat bebas p , $mn-m-p+1$. Pendekatan yang digunakan untuk menentukan karakteristik kualitas pada titik yang *out of control* adalah dengan mendekomposisi T^2 menjadi komponen-komponen yang menggambarkan kontribusi dari masing-masing variabel. Jika T^2 adalah suatu nilai tertentu dan T_i^2 adalah nilai untuk semua variabel proses kecuali variabel ke- i . Maka d_i adalah

$$d_i = T^2 - T_{(i)}^2 \quad (2.19)$$

Keterangan :

d_i = indikator kontribusi relatif dari karakteristik kualitas ke- i untuk keseluruhan statistik

T^2 = nilai statistik dari semua karakteristik kualitas proses

$T_{(i)}^2$ = nilai statistik dari semua karakteristik kualitas proses tanpa karakteristik ke- i

Nilai d_i ($i=1,2,...,p$) dan nilai d_i dibandingkan dengan nilai $\chi_{(\alpha,1)}^2$. Jika nilai $T_i^2 > \chi_{\alpha,1}^2$ maka karakteristik kualitas ke- i tersebut yang menjadi penyebab *out of control*.

Tabel 2.1 Struktur Data Peta Kendali T^2 Hotelling

Subgrup (k)	Sampel tiap subgrup (i)	Karakteristik Kualitas (j)				
		x_{1j}	...	x_{ij}	...	x_{pj}
1	1	x_{111}	...	x_{1j1}	...	x_{1p1}
	\vdots	\vdots	...	\vdots	...	\vdots
	i	x_{i11}	...	x_{ij1}	...	x_{ip1}
	\vdots	\vdots	...	\vdots	...	\vdots
	n	x_{n11}	...	x_{nj1}	...	x_{np1}
	\bar{x}	$\bar{x}_{.11}$	...	$\bar{x}_{.j1}$	...	$\bar{x}_{.p1}$
	s^2	$s^2_{.11}$	...	$s^2_{.j1}$	...	$s^2_{.p1}$
k	1	x_{11k}	...	x_{1jk}	...	x_{1pk}
	\vdots	\vdots	...	\vdots	...	\vdots
	i	x_{i1k}	...	x_{ijk}	...	x_{ipk}
	\vdots	\vdots	...	\vdots	...	\vdots
	n	x_{n1k}	...	x_{njk}	...	x_{npk}
	\bar{x}	$\bar{x}_{.1k}$	...	$\bar{x}_{.jk}$	...	$\bar{x}_{.pk}$
	s^2	$s^2_{.1k}$	...	$s^2_{.jk}$	...	$s^2_{.pk}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
m	1	x_{11m}	...	x_{1jm}	...	x_{1pm}
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
	i	x_{i1m}	...	x_{ijm}	...	x_{ipm}
	\vdots	\vdots	...	\vdots	...	\vdots
	n	x_{n1m}	...	x_{njm}	...	x_{npm}
	\bar{x}	$\bar{x}_{.1m}$	...	$\bar{x}_{.jm}$	...	$\bar{x}_{.pm}$
	s^2	$s^2_{.1m}$	...	$s^2_{.jm}$	...	$s^2_{.pm}$
Rata-rata Keseluruhan		$\bar{\bar{x}}_{.1.}$	...	$\bar{\bar{x}}_{.j.}$	...	$\bar{\bar{x}}_{.p.}$
Varians Keseluruhan		$\bar{s}^2_{.1.}$	...	$\bar{s}^2_{.j.}$	...	$\bar{s}^2_{.p.}$

Keterangan

i = ukuran subgrup ; i = 1,2,...,n
 j = karakteristik kualitas ; j = 1,2,...,p
 k = jumlah subgrup ; k = 1,2,...,m

2.3 Kapabilitas Proses

Menurut (Montgomery, 2009), kapabilitas proses bertujuan untuk menaksir kemampuan proses yang merupakan bagian yang sangat penting dalam keseluruhan peningkatan kualitas. Terdapat dua jenis kapabilitas proses, yakni kapabilitas proses univariat dan multivariat. Penelitian ini menggunakan kapabilitas proses secara multivariat untuk menaksir kemampuan produksi, apabila peta kendali telah terkendali dan asumsi distribusi multivariat telah terpenuhi maka analisis kapabilitas proses dapat dilakukan dengan menentukan indeks kapabilitas proses multivariat didasarkan pada p estimasi dari masing – masing variabel. Kapabilitas proses dapat menganalisis dua fase proses produksi untuk mengetahui apakah terdapat perkembangan kemampuan produksi dari fase awal ke fase dua. Salah satu caranya dengan menggunakan metode rata-rata pembobot. Berikut cara menghitung C_p

$$MC_p = \sum_{i=1}^p W_i C_{pi} \quad (2.20)$$

Dengan,

$$C_p = \frac{BSB - BSA}{6\sigma} \quad (2.21)$$

Sedangkan analisis kapabilitas prose berdasar *mean* atau rata-rata dapat dilihat dari nilai MCpk dengan persamaan(2.23) sebagai berikut.

$$MC_{pk} = \sum_{i=1}^p W_i C_{pki} \quad (2.23)$$

Dengan,

$$C_{pk} = \min \left(\frac{BSA - \mu}{3\sigma}, \frac{BSB - \mu}{3\sigma} \right) \quad (2.24)$$

Dimana W_i menunjukkan normalisasi pentingnya bobot karakteristik kualitas ke-i, dengan memperhatikan nilai:

$$\sum_{i=1}^p W_i = 1 \quad (2.25)$$

(Raissi, 2009)

Adapun ketentuan interpretasi dari C_p adalah sebagai berikut.

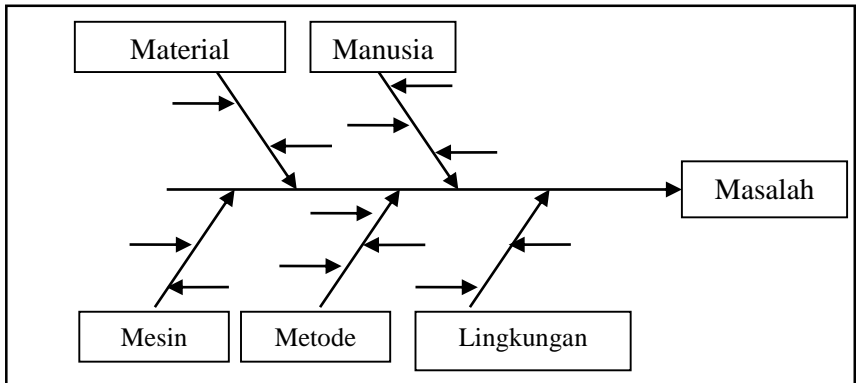
- a. Jika $C_p = 1$, maka dikatakan proses dalam keadaan cukup baik.
- b. Jika $C_p > 1$, maka dikatakan proses dalam keadaan baik.
- c. Jika $C_p < 1$, maka sebaran data pengamatan berada di luar batas spesifikasi.

2.4 Diagram Sebab-Akibat (*Ishikawa*)

Diagram sebab akibat disebut juga diagram tulang ikan karena bentuknya yang mirip tulang ikan. Biasa juga disebut sebagai diagram *Ishikawa* karena ditemukan oleh orang Jepang yang bernama *Ishikawa*. Diagram ini menggambarkan hubungan antara masalah atau akibat dengan faktor-faktor yang menjadi penyebabnya sehingga lebih mudah dalam penanganannya karena dapat melukiskan dengan jelas berbagai produk cacat.

Dalam pembuatan diagram *ishikawa*, akibat dituliskan sebagai moncong kepala sedangkan tulang ikan di isi oleh sebab –

sebab sesuai dengan pendekatan permasalahannya. Faktor – faktor penyebab lama dapat dikembangkan melalui stratifikasi ke dalam pengelompokan dari faktor – faktor utama (Montgomery, 2009).



Gambar 2.1 Diagram Sebab Akibat

2.5 Proses Produksi Hidrogen

Proses pembuatan gas Hidrogen pada PT. SAMATOR meliputi tahapan-tahapan sebagai berikut :

A. Feed Pre Treatment

Natural gas dengan tekanan 22 bar yang masuk ke dalam plant dibagi menjadi dua aliran, untuk *feed* (bahan baku) dan *fuel* (Untuk bahan bakar pada *reformer*). Aliran yang digunakan sebagai bahan baku dicampur dengan H₂ dan kemudian diapaskan di dalam sebuah *feed preheater* (E-20), selanjutnya campuran tersebut diumpankan ke dalam sebuah *Desulfurisation*

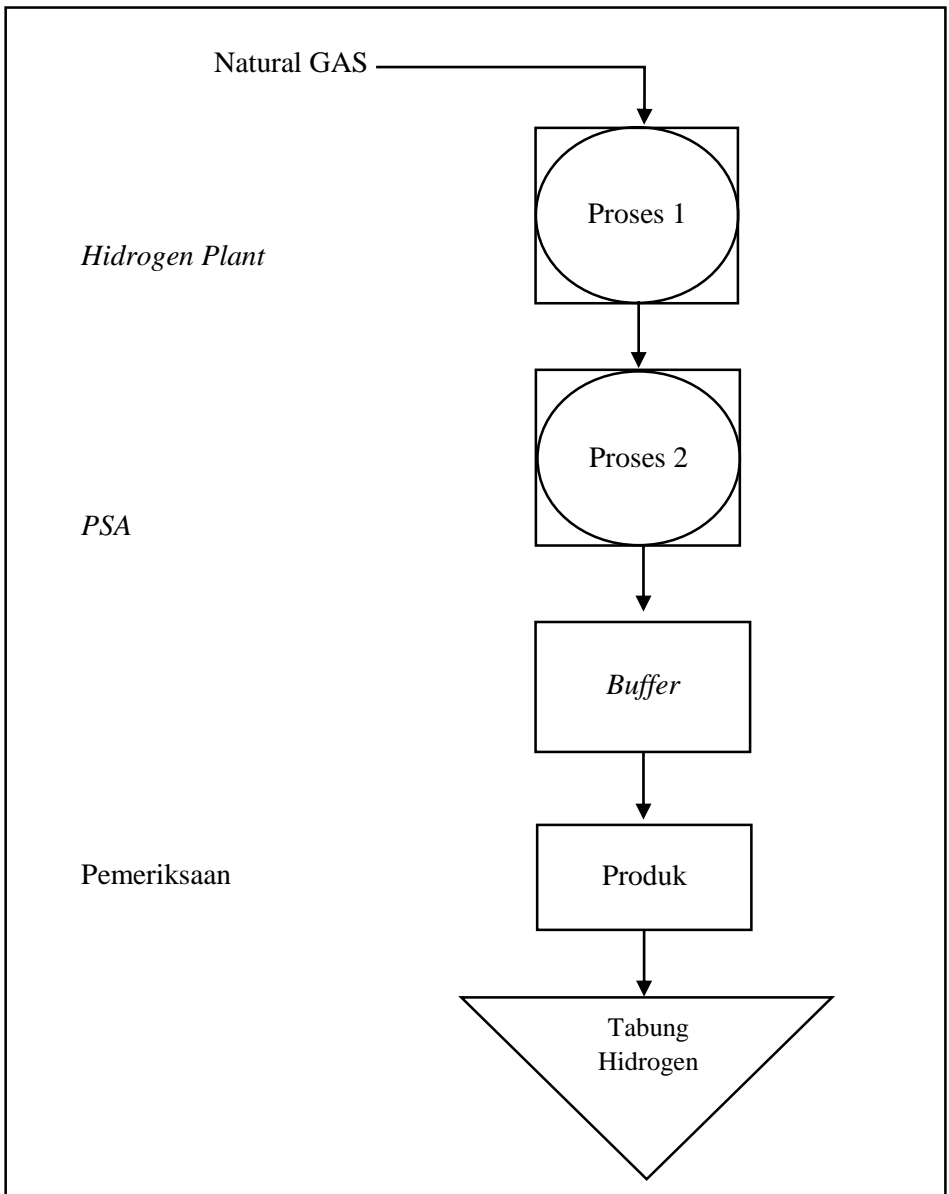
B. Proses Pembentukan Hidrogen pada *Reformer Furnace*

Natural gas yang telah mengalami desulfurisasi kemudian dicampur dengan proses *steam* dengan tekanan sekitar 24 bar dan temperatur 210⁰C yang dibangkitkan boiler untuk selanjutnya dipanaskan di sebuah *feed superheater* (E10) dengan temperatur 520⁰C. Campuran *feed gas* dengan

steam kemudian dialirkan ke dalam *steam reforming furnace F-10*. Gas yang terbentuk di proses pada R-20/ *HT-CO Converter*

- C. Penurunan panas (R-20)
Gas akan direaksikan dengan CO dengan excess steam untuk menghasilkan H_2 dan CO, kemudian akan didinginkan pada mesin R-20
- D. Pemurnian Hidrogen (*Pressure Swing Adsorption*)
Gas Hidrogen akan dipisahkan dari impurities gas lain seperti H_2O , CO_2 , CO dan CH_4 yang tidak bereaksi. PSA terdiri dari 4 *vessel adsorber* yakni
 - a) Adsorption
Impurities dari gas proses akan diserap oleh adsorbent dan H_2 akan keluar dengan keurnian 99,99% dengan *impurities* berupa CH_4 , CO
 - b) Regenerasi
Proses ini dimulai dengan depresurisasi (penurunan tekanan) yang dilakukan sebanyak empat tahap.
 - c) Purging
Proses ini akan menyaring gas dan menghasilkan purge gas dan dimasukkan dalam vessel D30 untuk digunakan bahan baku CO_2 plant dan bahan bakar burner reformer
 - d) Represurisasi
Proses ini akan menaikkan tekanan sampai mencapai tekanan operasi adsorpsi sebesar 14 bar.

(SAMATOR, 2011)



Gambar 2.2 Peta proses produksi

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini ada dua yaitu kandungan Oksigen (O_2) dan kandungan Air (H_2O) dalam tabung Hidrogen ukuran $6m^3$ sebagaimana telah dilampirkan pada Lampiran 1. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang didapatkan dari divisi *Quality Control* (QC) hasil produksi *gas* Hidrogen tabung di PT. SAMATOR Gresik sebagaimana telah terlampir pada Lampiran 6, data merupakan hasil produksi pada bulan November (Fase 1) dan Desember (Fase 2) 2016. Struktur data dapat dilihat di Tabel 3.2

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel	Satuan	Batas Spesifikasi
X_1 (Oksigen)	Ppm	0-8
X_2 (H_2O)	Ppm	0-8

Oksigen dan air merupakan variabel yang tidak diinginkan di dalam tabung Hidrogen. Tabung hidrogen yang memiliki oksigen dan air yang mendekati angka 0 adalah produk yang memiliki spesifikasi yang baik dan berlaku juga sebaliknya. Variabel penelitian didapatkan pada shift kerja yang pada tabel 3.2

Tabel 3.2 Waktu Pengambilan Sampel

Waktu Pengambilan Sampel	Waktu
1	07.00-12.30
2	12.30-16.30
3	16.30-21.30
4	21.30-01.30
5	01.30-07.00

Sampel produk diambil pada waktu shift kerja pada tabel 3.2, cara pengambilan sampel pada PT. SAMATOR Gresik dilakukan satu kali dan satu produk setiap shift.

3.2 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 3.3 Teknik Pengambilan Sampel

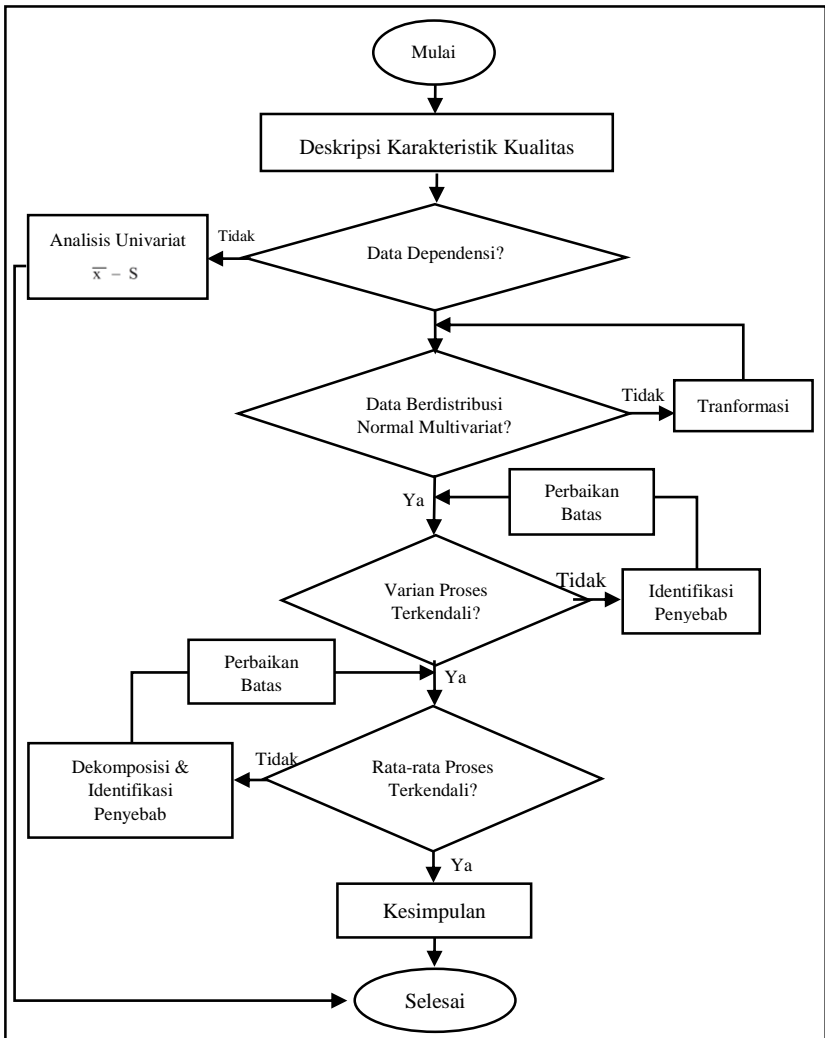
Hari ke- (k)	Sampel tiap shift kerja(i)	Karakteristik Kualitas (j)	
		X ₁ (Oksigen)	X ₂ (H ₂ O)
1	1	X ₁₁₁	X ₁₂₁
	2	X ₂₁₁	X ₂₂₁
	3	X ₃₁₁	X ₃₂₁
	4	X ₄₁₁	X ₄₂₁
	5	X ₅₁₁	X ₅₂₁
⋮	⋮	⋮	⋮
k	1	X _{11k}	X _{12k}
	2	X _{21k}	X _{22k}
	3	X _{31k}	X _{32k}
	4	X _{41k}	X _{42k}
	5	X _{51k}	X _{52k}
⋮	⋮	⋮	⋮
m	1	X _{11m}	X _{12m}
	2	X _{21m}	X _{22m}
	3	X _{31m}	X _{32m}
	4	X _{41m}	X _{42m}
	5	X _{51m}	X _{52m}

3.3 Langkah Analisis

Untuk mendapatkan tujuan seperti yang telah dijelaskan di bab 1.2 maka dilakukan analisis sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi karakteristik data menggunakan statistika deskriptif.
2. Melakukan pengujian dan pemeriksaan asumsi multivariat normal untuk mengetahui apakah variabel-variabel produksi gas Hidrogen di PT. SAMATOR Indonesia telah memenuhi asumsi normal multivariat.
3. Melakukan pengujian asumsi dependensi pada produksi normal sebelum membuat peta kendali *Generalized Variance* dan T² Hotelling.

4. Membuat peta kendali *Generalized Variance* untuk memonitoring variabilitas proses. Peta Kendali *Generalized Variance* yang telah terkendali, dapat dilanjutkan pada tahap membuat peta kendali T^2 Hotelling.
5. Menentukan indeks kapabilitas proses produksi Hidrogen Tabung
6. Membuat diagram *Ishikawa* untuk mengetahui faktor-faktor penyebab masalah berdasarkan plot-plot yang keluar dari batas kendali atas maupun batas kendali bawah.
7. Menginterpretasi hasil analisis data dan kesimpulan.
Secara grafik langkah analisis dapat dilihat dalam diagram alir seperti yang dijelaskan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Karakteristik Kualitas

Deskripsi karakteristik kualitas dilakukan untuk mengetahui karakteristik data pada variabel ppm H₂O dan ppm O₂ pada data proses produksi *Hidrogen* tabung Bulan November-Desember tahun 2016 di PT. Samator Gresik.

Tabel 4.1 Deskripsi Karakteristik Kualitas Proses Produksi *Diplomat Mild*

Waktu	Variabel	Mean	Variance	Minimum	Maximum	Spesifikasi
Fase 1	O ₂	6,9455	0,2747	6	8	0-8 ppm
	H ₂ O	7,2	0,867	6	9	0-8 ppm
Fase 2	O ₂	7,0545	0,2377	6	8	0-8 ppm
	H ₂ O	7,145	0,608	6	8	0-8 ppm

Tabel 4.1 dapat disimpulkan pada karakteristik kualitas ppm O₂ nilai minimal dan maksimal berada didalam batas spesifikasi baik dalam fase 1 ataupun fase 2. Hal ini menunjukkan secara visual karakteristik kualitas sesuai dengan batas spesifikasi, sedangkan pada karakteristik kualitas ppm H₂O pada fase 1 ditemukan nilai maksimal berada diluar batas spesifikasi yang ditentukan perusahaan. Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik kualitas ppm H₂O pada fase 1 tidak sesuai dengan batas spesifikasi perusahaan.

4.2 Analisis Pengendalian Kualitas Proses Produksi Fase 1

Analisis pengendalian kualitas proses produksi fase 1 pada penelitian ini menggunakan proses produksi tabung hidrogen ukuran 6m³ pada bulan November 2016. Data ini digunakan sebagai data masa lalu untuk membandingkan proses produksi lama dengan baru (Desember).

4.2.1 Uji Independensi Karakteristik Kualitas Fase 1

Pengujian independensi dilakukan untuk mengetahui hubungan dari variabel yang digunakan yaitu kandungan H_2O , O_2 dalam tabung Hidrogen pada data di Lampiran.

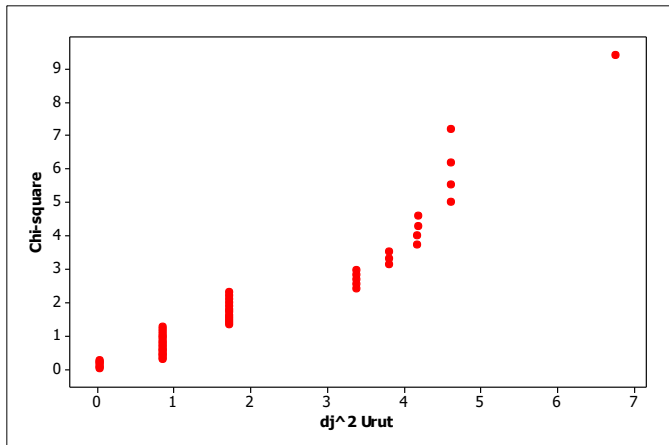
$H_0 : \mathbf{R} = \mathbf{I}$ (Hubungan antara variabel kandungan H_2O , O_2 dalam tabung Hidrogen independen)

$H_1 : \mathbf{R} \neq \mathbf{I}$ (Hubungan antara variabel kandungan H_2O , O_2 dalam tabung Hidrogen dependen)

Pengujian independensi dengan metode *Bartlett Test* variabel ini menggunakan taraf signifikan sebesar 5% dengan digunakan statistik uji χ^2 dan data pada Lampiran maka diperoleh *output* pada lampiran 2. Nilai χ^2 yang diperoleh sebesar 4,313 lebih kecil dari $\chi_{0,05;2}^2$ yaitu sebesar 5,991 namun didapatkan *P-value* sebesar 0,038 lebih kecil dibandingkan dengan taraf signifikan sebesar 5%, sehingga diperoleh keputusan H_0 ditolak, maka dapat diputuskan bahwa terdapat hubungan (dependen) antara kandungan H_2O dan O_2 dalam tabung Hidrogen.

4.2.2 Pemeriksaan Distribusi Normal *Multivariate* fase 1

Pemeriksaan distribusi normal multivariat akan dilakukan pada data kandungan O_2 dan H_2O dalam tabung Hidrogen yang tertera lampiran untuk mengetahui apakah proses produksi tabung Hidrogen Ukuran $6m^3$ pada bulan noveber telah berdistribusi normal multivariat atau tidak. Pemeriksaan distribusi normal multivariat dilakukan dengan melihat *Chi-square Plot* antara \mathbf{d}_i^2 dengan $\mathbf{q}_i = \chi_{(p:(n-j+0,5)/n)}^2$ yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 berikut.

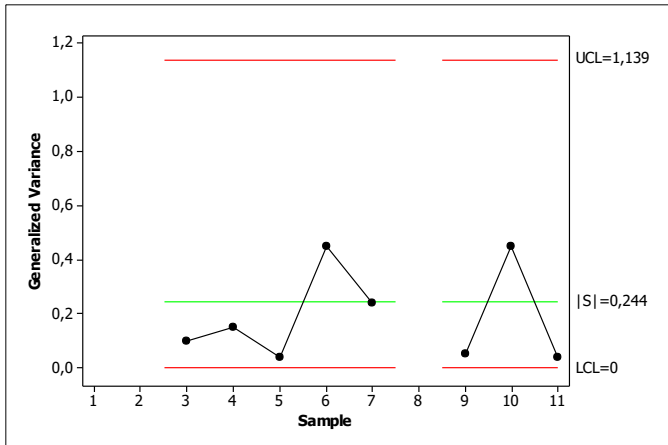


Gambar 4.1 Distribusi Normal Multivariate Produksi Fase 1

Scatterplot pada gambar 4.1 diatas menunjukkan bahwa data H_2O dan O_2 cukup mengikuti distribusi normal. Proporsi distribusi normal multivariat pada lampiran 3a juga menunjukkan data berdistribusi normal multivariate dikarenakan proporsi yang didapatkan sebesar 0,472727 yang telah berada disekitar 50%. Kedua asumsi peta kendali multivariat yaitu independensi variabel dan distribusi normal multivariat telah terpenuhi, sehingga dapat dilanjutkan ke analisis selanjutnya yaitu membuat peta kendali multivariat.

4.2.3 Peta Kendali *Generalized Variance* Fase 1

Analisis pengendalian varians proses dilakukan menggunakan peta kendali *generalized variance*. Analisis dilakukan menggunakan data proses produksi hidrogen tabung di PT.Samator Bulan Oktober-Desember tahun 2016 dengan menggunakan karakteristik ppm O_2 , ppm H_2O , hasilnya ditunjukkan melalui pada Gambar 4.1

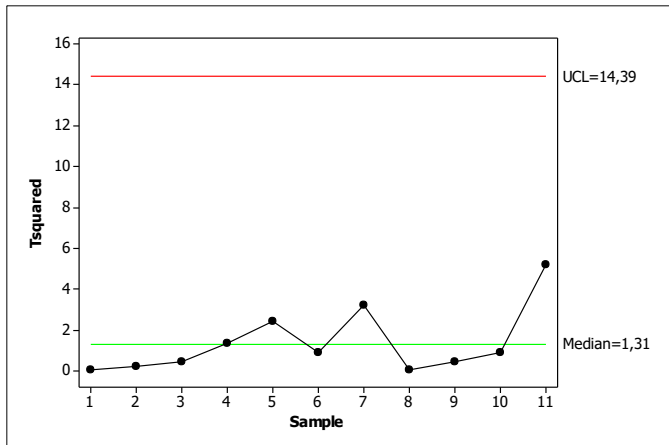


Gambar 4.2 Peta Kendali *Generalized Variance* Fase 1

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa peta kendali diatas menunjukkan bahwa varians proses produksi hidrogen tabung di PT.Samator Bulan November tahun 2016 telah terkendali secara statistik karena semua sampel titik pengamatan berada dalam batas kendali. Setelah varians proses terkendali secara statistik maka dapat dilakukan analisis selanjutnya menggunakan peta kendali T^2 Hotelling untuk melihat *mean process* pada data hidrogen tabung di PT.Samator

4.2.4 Peta Kendali T^2 Hotelling

Setelah dilakukan analisis pengendalian varians proses dan proses sudah dalam keadaan terkendali maka selanjutnya dilakukan pengendalian terhadap *mean process*. Hasil pengendalian *mean process* menggunakan peta kendali T^2 Hotelling pada data karakteristik hidrogen tabung di PT.SAMATOR Bulan Oktober-Desember tahun 2016 dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Peta Kendali T^2 Hotelling Fase 1

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa pengamatan pada karakteristik hidrogen tabung tidak ada yang keluar dari batas kendali bawah sebesar 0 dan batas kendali atas sebesar 14,39 sehingga dapat dikatakan bahwa data pengamatan karakteristik hidrogen tabung telah terkedali secara statistik.

4.3 Analisis Pengendalian Kualitas Proses Produksi Fase 2

Analisis pengendalian kualitas proses produksi fase 2 pada penelitian ini menggunakan proses lanjutan produksi tabung hidrogen ukuran 6m^3 pada bulan Desember 2016. Data ini digunakan sebagai data masa depan lanjutan data masa lalu sebelumnya untuk membandingkan proses produksi lama (November) dengan baru (Desember).

4.3.1 Uji Independensi Karakteristik Kualitas Fase 2

Pengujian independensi dilakukan untuk mengetahui hubungan dari variabel yang digunakan yaitu kandungan H_2O , O_2 dalam tabung Hidrogen pada data di Lampiran.

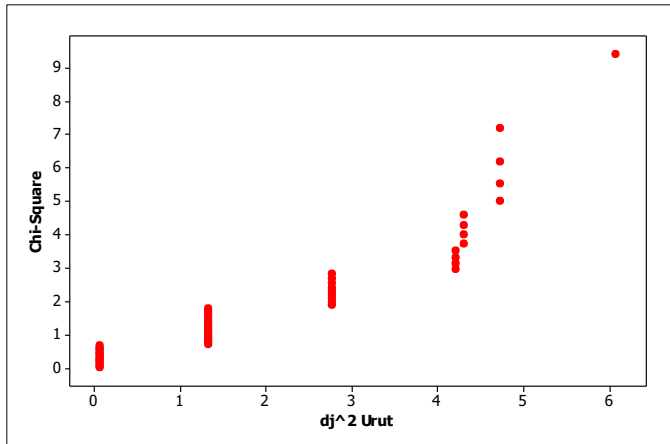
$H_0 : \mathbf{R} = \mathbf{I}$ (Hubungan antara variabel Kandungan H_2O , O_2 dalam tabung Hidrogen saling independen)

$H_1 : \mathbf{R} \neq \mathbf{I}$ (Hubungan antara variabel Kandungan H_2O , O_2 dalam tabung Hidrogen saling dependen)

Pengujian independensi dengan metode *Bartlett Test* variabel ini menggunakan taraf signifikan sebesar 5% dengan digunakan statistik uji χ^2 pada persamaan dan data pada Lampiran maka diperoleh *output* pada lampiran 2. Nilai χ^2 yang diperoleh sebesar 9,710 lebih besar dari $\chi^2_{0,05;2}$ yaitu sebesar 5,991 serta didapatkan *P-value* sebesar 0,002 lebih kecil dibandingkan dengan taraf signifikan sebesar 5%, sehingga diperoleh keputusan H_0 ditolak, maka dapat diputuskan bahwa terdapat hubungan (dependen) antara kandungan H_2O dan O_2 dalam tabung Hidrogen. Asumsi independensi variabel yang telah terpenuhi dapat dilanjutkan ke asumsi selanjutnya yaitu berdistribusi normal multivariat.

4.3.2 Pemeriksaan Distribusi Normal *Multivariate* fase 2

Pemeriksaan distribusi normal multivariat akan dilakukan pada data kandungan O_2 dan H_2O dalam tabung Hidrogen yang tertera di lampiran untuk mengetahui apakah proses produksi tabung Hidrogen Ukuran 6m^3 pada bulan noveber telah berdistribusi normal multivariat atau tidak. Pemeriksaan distribusi normal multivariat dilakukan dengan melihat *Chi-square Plot* antara \mathbf{d}_i^2 dengan $\mathbf{q}_i = \chi^2_{(p;(n-j+0,5)/n)}$ yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 berikut.

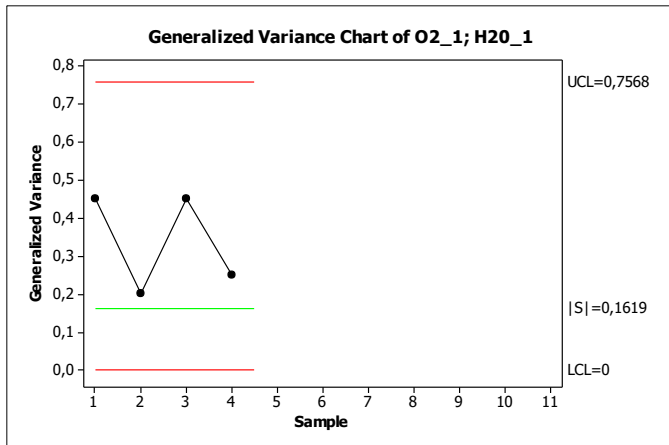


Gambar 4.4 Distribusi Normal Multivariate Produksi Fase 2

Scatterplot pada gambar 4.1 diatas menunjukkan bahwa data H_2O dan O_2 cukup mengikuti distribusi normal. Proporsi distribusi normal multivariate pada lampiran 3b juga menunjukkan data berdistribusi normal multivariate dikarenakan proporsi yang didapatkan sebesar 0,600 yang telah berada disekitar 50%. Kedua asumsi peta kendali multivariat yaitu independensi variabel dan distribusi normal multivariat telah terpenuhi, sehingga dapat dilanjutkan ke analisis selanjutnya yaitu membuat peta kendali multivariat.

4.3.3 Peta Kendali *Generalized Variance* Fase 2

Analisis pengendalian varians proses dilakukan menggunakan peta kendali *generalized variance*. Analisis dilakukan menggunakan data proses produksi hidrogen tabung di PT.Samator Bulan Oktober-Desember tahun 2016 dengan menggunakan karakteristik ppm O_2 , ppm H_2O , hasilnya ditunjukkan melalui pada Gambar 4.1

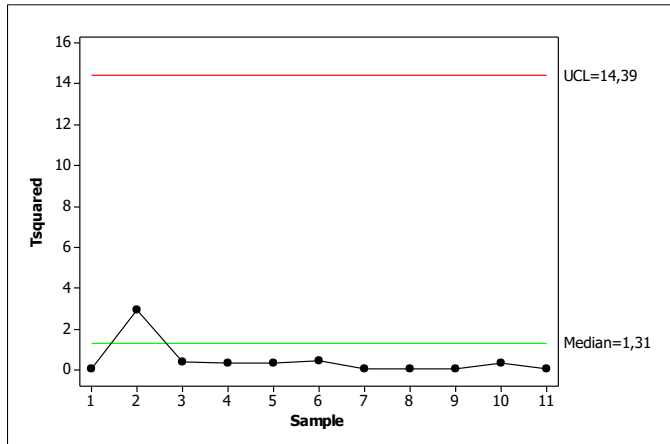


Gambar 4.5 Peta Kendali *Generalized Variance* Fase 2

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa peta kendali diatas menunjukkan bahwa varians proses produksi hidrogen tabung di PT.Samator Bulan Desember tahun 2016 telah terkendali secara statistik karena semua sampel titik pengamatan berada dalam batas kendali. Setelah varians proses terkendali secara statistik maka dapat dilakukan analisis selanjutnya menggunakan peta kendali T^2 Hotelling untuk melihat *mean process* pada data hidrogen tabung di PT.Samator

4.3.4 Peta Kendali T^2 Hotelling

Setelah dilakukan analisis pengendalian varians proses dan proses sudah dalam keadaan terkendali maka selanjutnya dilakukan pengendalian terhadap *mean process*. Hasil pengendalian *mean process* menggunakan peta kendali T^2 Hotelling pada data karakteristik hidrogen tabung di PT.Samator Bulan Oktober-Desember tahun 2016 dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 4.6 Peta Kendali T^2 Hotelling Fase 2

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa pengamatan pada karakteristik hidrogen tabung tidak ada yang keluar dari batas kendali bawah sebesar 0 dan batas kendali atas sebesar 14,39 sehingga dapat dikatakan bahwa data pengamatan karakteristik hidrogen tabung telah terkedali secara statistik.

Analisis Perbedaan Fase

4.3.5 Analisis Perbedaan Fase Kerja

Fase 1 dan Fase 2 di duga berpengaruh terhadap kandungan ppm pada produk tabung Gas Hidrogen 6m³, untuk mengetahui kondisi tersebut digunakan analisis MANOVA *One Way* yaitu untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan antar fase pada produksi tabung Gas Hidrogen 6m³. Uji Homogenitas merupakan asumsi yang harus dipenuhi pada Uji MANOVA *One Way*.

Pengujian Homogenitas dilakukan untuk mengetahui kehomogenan matriks varians kovarians terhdap Fase 1 dan Fase 2 proses produksi gas Hidrogen tabung 6m³.

$$H_0 : \sum 1 = \sum 2 \text{ (Matriks varians kovarians Fase 1 dan Fase 2 homogen)}$$

H_1 : Minimal ada satu matriks varians kovarians Fase tidak homogen

Hasil dari pengujian Homegenitas menyimpulkan bahwa matriks varianskovarians Fase 1 dan fase 2 pada proses produksi Gas Hidrogen $6m^3$ telah homogen, karena nilai *Box's M* sebesar 3,345 pada Lampiran 4a lebih kecil dari $\chi^2_{(0,05;12)}$ sebesar 21,026 selain itu nilai *P-value* sebesar 0,351 lebih besar dari taraf signifikan α sebesar 0,05 oleh karena itu dapat dilanjutkan ke Uji MANOVA *One Way*.

Analisis MANOVA *One Way* pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan antara Fase 1 dan Fase 2 pada kandungan ppm O_2 dan H_2O produk Gas Hidrogen $6m^3$ Di PT. SAMATOR GRESIK.

$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = 0$ (Tidak terdapat perbedaan rata rata antara Fase 1 dan Fase 2 terhadap kandungan ppm O_2 dan H_2O)

$H_1 : \tau_i \neq 0$ (minimal ada satu rata rata fase terhadap kandungan ppm O_2 dan H_2O)

Tabel 4.2 Uji Perbedaan Treatment terhadap fase

Efek	Wilk's Lambda	F	P-value	$F_{\alpha;(5-1)2;2(\sum n-5-1)}$
Fase	0,988	0,634	0,532	2,415

Tabel 4.2 menjelaskan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara Fase 1 dan Fase 2 pada proses produksi gas Hidrogen $6m^3$ di PT SAMATOR dikarenakan nilai F pada Lampiran 4b sebesar 0,634 kurang dari $F_{\alpha;(5-1)2;2(\sum n-5-1)}$ sebesar 2,415 dan *P-value* sebesar 0,532 lebih besar dari α sebesar 0,05.

4.4 Kapabilitas Proses

Pengendalian kualitas data proses produksi tabung Hidrogen 6m³ November dan Desember 2016 yang memonitoring variabilitas proses dan *mean* proses dengan hasil telah terkendali dapat dilanjutkan pada analisis kapabilitas proses secara multivariat. Kemampuan proses dikatakan tidak kapabel atau kemampuan proses buruk apabila nilai C_p kurang dari 1, sedangkan jika kemampuan proses sesuai apabila nilai C_p sama dengan 1, dan jika C_p lebih dari 1 maka kemampuan proses dikatakan sangat baik.

Hasil analisis indeks kapabilitas proses secara individu dari lampiran 5 untuk akurasi (C_{pk}) tersebut digunakan untuk menghitung indeks kapabilitas proses secara multivariat berdasar rata-ratanya (M_{cpk}) dengan menggunakan bobot kepentingan yang sama diperoleh indeks M_{cpk} sebesar 0,4635. Nilai MC_{pk} menunjukkan bahwa akurasi dari hasil produksi masih kurang selama bulan November dan Desember 2016, sedangkan proses hasil produksi tabung Hidrogen 6m³ dikatakan kemampuan proses sangat baik karena nilai C_p yang sebesar 1,978.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada Bab IV dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Proses produksi Gas Hidrogen berdasarkan hasil pengamatan yaitu pada periode produksi bulan November sampai Desember 2016 dengan menggunakan peta kendali $T^2Hotteling$ telah terkendali.
2. Proses produksi Gas Hidrogen tabung $6m^3$ selama bulan November hingga Desember tahun 2016 telah terkendali secara statistik dan berdasarkan hasil analisis kapabilitas disimpulkan bahwa produksi telah kapabel memiliki presisi namun kurang memiliki akurasi.

5.2 Saran

Saran yang diberikan adalah pihak PT. SAMATOR masih perlu untuk melakukan perbaikan pada proses pencatatan data proses pengendalian kualitas terhadap produk Hidrogen dengan ukuran $6m^3$.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Johnson, R. A., & Wichern, W. D. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Montgomery. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Morrison, D. F. (1990). *Multivariate Data Analysis*. United States of America: McGraw-Hill Publishing Company.
- Raissi, S. (2009). Multivariate Process capability indices on the presence of priority for quality characteristics. *Journal of Industrial Engineering International*, 35.
- SAMATOR. (2011). Produksi gas Hidrogen, Karbondioksida, Acetylene. 2011, hal. 16.
- Walpole, R. E. (1995). *Pengantar Statistika Edisi Ke-3*. Gramedia Pustaka Utama.
- Mawardi, Yusuf (2016). *Pengendalian Kualitas Statistika Proses Produksi Diplomat Mild Di PT. GELORA DJAJA Surabaya Jawa Timur*. Surabaya: Ruang Baca Statistika ITS

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data proses produksi tabung Hidrogen 6m³

Tanggal	O ₂ (ppm)	H ₂ O (ppm)
01-Nov-16	7	8
	7	6
	7	7
	7	7
	7	8
03-Nov-16	7	6
	7	8
	7	9
	7	6
	7	6
04-Nov-16	7	6
	7	8
	7	7
	6	8
	7	7
07-Nov-16	7	8
	7	8
	8	6
	7	8
	7	6
09-Nov-16	7	8
	7	8
	8	7
	6	8

Tanggal	O ₂ (ppm)	H ₂ O (ppm)
	7	8
11-Nov-16	6	8
	8	6
	7	8
	6	7
	7	6
14-Nov-16	7	8
	6	7
	7	6
	6	8
	7	6
17-Nov-16	7	9
	7	6
	7	7
	7	6
	7	8
19-Nov-16	7	8
	6	6
	7	7
	7	8
	7	7
21-Nov-16	6	8
	8	6
	7	8
	6	7
	7	6
23-Nov-16	7	8

Tanggal	O ₂ (ppm)	H ₂ O (ppm)
23-Nov-16	7	8
	8	7
	8	6
	7	8
02-Des-16	7	8
	6	7
	8	6
	6	8
	8	7
05-Des-16	8	7
	6	8
	8	6
	7	8
	8	7
09-Des-16	6	8
	8	6
	7	8
	7	6
	8	7
07-Des-16	8	6
	6	8
	7	6
	7	7
	7	8
12-Des-16	7	7
	7	8
	7	6

Tanggal	O ₂ (ppm)	H ₂ O (ppm)
12-Des-16	7	7
	7	7
13-Des-16	7	7
	7	8
	7	7
	7	7
	7	8
16-Des-16	7	8
	7	7
	7	6
	7	8
	7	7
17-Des-16	7	8
	7	7
	7	6
	7	8
	7	7
21-Des-16	7	8
	7	7
	7	8
	7	7
	7	6
22-Des-16	7	8
	7	6
	7	8
	7	7
	7	6

Tanggal	O ₂ (ppm)	H ₂ O (ppm)
23-Des-16	7	8
	7	7
	7	8
	7	7
	7	6

Lampiran 2. *Output independensi Variabel (Metode Bartlett Test)*

Fase 1

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.500
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	4.313
	df	1
	Sig.	.038

Fase 2

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.500
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	9.710
	df	1
	Sig.	.002

Lampiran 3A Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat

Pengujian Distribusi normal multivariate Fase 1

Data Display

Prop 0,472727

Correlations: qc; dj2

Pearson correlation of qc and dj2 = 0,947
P-Value = 0,000

	O2	H2O	Qc	dij2
01-Nov-16	7	8	0,018265	0,04823
	7	6	0,055303	0,04823
	7	7	0,09304	0,04823
	7	7	0,131503	0,04823
	7	8	0,17072	0,04823
03-Nov-16	7	6	0,210721	0,04823
	7	8	0,251539	0,04823
	7	9	0,293207	0,86797
	7	6	0,335762	0,86797
	7	6	0,379242	0,86797
04-Nov-16	7	6	0,423688	0,86797
	7	8	0,469144	0,86797
	7	7	0,515658	0,86797
	6	8	0,56328	0,86797
	7	7	0,612062	0,86797
07-Nov-16	7	8	0,662065	0,86797

09-Nov-16	7	8	0,71335	0,86797
	8	6	0,765985	0,86797
	7	8	0,820042	0,86797
	7	6	0,875601	0,86797
	7	8	0,932748	0,86797
	7	8	0,991575	0,86797
	8	7	1,052186	0,86797
	6	8	1,114691	0,86797
11-Nov-16	7	8	1,179213	0,86797
	6	8	1,245886	0,86797
	8	6	1,314858	1,733763
	7	8	1,386294	1,733763
	6	7	1,460377	1,733763
	7	6	1,537309	1,733763
	7	8	1,61732	1,733763
	6	7	1,700666	1,733763
14-Nov-16	7	6	1,787636	1,733763
	6	8	1,878561	1,733763
	7	6	1,973817	1,733763
	7	9	2,073837	1,733763
	7	6	2,179125	1,733763
	7	7	2,290265	1,733763
	7	6	2,407946	3,388594
	7	8	2,532986	3,388594
17-Nov-16	7	8	2,666369	3,388594
	6	6	2,809287	3,388594
	7	7	2,963209	3,388594
	7	8	3,129972	3,818421
	7	7	3,311916	3,818421
	7	8	3,512083	3,818421
	6	8	3,512083	3,818421
	6	8	3,512083	3,818421
19-Nov-16	7	8	3,512083	3,818421
	6	8	3,512083	3,818421
	7	8	3,512083	3,818421
	6	8	3,512083	3,818421
	7	8	3,512083	3,818421
	6	8	3,512083	3,818421
	7	8	3,512083	3,818421
	6	8	3,512083	3,818421
21-Nov-16	7	8	3,512083	3,818421
	6	8	3,512083	3,818421
	7	8	3,512083	3,818421
	6	8	3,512083	3,818421
	7	8	3,512083	3,818421
	6	8	3,512083	3,818421
	7	8	3,512083	3,818421
	6	8	3,512083	3,818421

23-Nov-16	8	6	3,734534	4,180703
	7	8	3,98486	4,180703
	6	7	4,271062	4,192984
	7	6	4,60517	4,192984
	7	8	5,006512	4,616669
	7	8	5,50914	4,616669
	8	7	6,182085	4,616669
	8	6	7,203736	4,616669
	7	8	9,400961	6,75352

Lampiran 3B Pengujian Distribusi Normal Fase 2

Data Display

Prop 0,600000

Correlations: qc_1; dj2_1

Pearson correlation of qc_1 and dj2_1 = 0,923
P-Value = 0,000

	O2_1	H2O_1	qc_1	dij2_1
02-Des-16	7	8	0,018265	0,077555
	6	7	0,055303	0,077555
	8	6	0,09304	0,077555
	6	8	0,131503	0,077555
	8	7	0,17072	0,077555
05-Des-16	8	7	0,210721	0,077555
	6	8	0,251539	0,077555
	8	6	0,293207	0,077555
	7	8	0,335762	0,077555
	8	7	0,379242	0,077555
09-Des-16	6	8	0,423688	0,077555
	8	6	0,469144	0,077555
	7	8	0,515658	0,077555
	7	6	0,56328	0,077555
	8	7	0,612062	0,077555
07-Des-16	8	6	0,662065	0,077555
	6	8	0,71335	1,338713
	7	6	0,765985	1,338713
	7	7	0,820042	1,338713

	7	8	0,875601	1,338713
12-Des-16	7	7	0,932748	1,338713
	7	8	0,991575	1,338713
	7	6	1,052186	1,338713
	7	7	1,114691	1,338713
	7	7	1,179213	1,338713
13-Des-16	7	7	1,245886	1,338713
	7	8	1,314858	1,338713
	7	7	1,386294	1,338713
	7	7	1,460377	1,338713
	7	8	1,537309	1,338713
16-Des-16	7	8	1,61732	1,338713
	7	7	1,700666	1,338713
	7	6	1,787636	1,338713
	7	8	1,878561	2,773631
	7	7	1,973817	2,773631
17-Des-16	7	8	2,073837	2,773631
	7	7	2,179125	2,773631
	7	6	2,290265	2,773631
	7	8	2,407946	2,773631
	7	7	2,532986	2,773631
21-Des-16	7	8	2,666369	2,773631
	7	7	2,809287	2,773631
	7	8	2,963209	4,208549
	7	7	3,129972	4,208549
	7	6	3,311916	4,208549
22-Des-16	7	8	3,512083	4,208549
	7	6	3,734534	4,303837
	7	8	3,98486	4,303837
	7	7	4,271062	4,303837

23-Des-16	7	6	4,60517	4,303837
	7	8	5,006512	4,729828
	7	7	5,50914	4,729828
	7	8	6,182085	4,729828
	7	7	7,203736	4,729828
	7	6	9,400961	6,069459

Lampiran 4a Uji Homogenitas**Box's Test of Equality of Covariance Matrices^a**

Box's M	3.345
F	1.092
df1	3
df2	2099520.000
Sig.	.351

Tests the null hypothesis that the observed covariance matrices of the dependent variables are equal across groups.

a. Design: Intercept + VAR00004

Lampiran 4b Uji MANOVA *One Way*

Multivariate Tests ^a						
Effect	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	
Intercept	Pillai's Trace	.997	20840.8	2.000	107.00	.000
			90 ^b		0	
	Wilks' Lambda	.003	20840.8	2.000	107.00	.000
			90 ^b		0	
	Hotelling's Trace	389.54	20840.8	2.000	107.00	.000
		9	90 ^b		0	
VAR00004	Roy's Largest Root	389.54	20840.8	2.000	107.00	.000
		9	90 ^b		0	
	Pillai's Trace	.012	.634 ^b	2.000	107.00	.532
				0		
	Wilks' Lambda	.988	.634 ^b	2.000	107.00	.532
				0		
	Hotelling's Trace	.012	.634 ^b	2.000	107.00	.532
				0		
	Roy's Largest Root	.012	.634 ^b	2.000	107.00	.532
				0		

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	O2	.327 ^a	1	.327	1.277	.261
	H2O	.082 ^b	1	.082	.111	.740
Intercept	O2	5390.000	1	5390.000	21035.874	.000
	H2O	5659.282	1	5659.282	7674.916	.000
VAR00004	O2	.327	1	.327	1.277	.261
	H2O	.082	1	.082	.111	.740
Error	O2	27.673	108	.256		
	H2O	79.636	108	.737		
Total	O2	5418.000	110			
	H2O	5739.000	110			
Corrected Total	O2	28.000	109			
	H2O	79.718	109			

a. R Squared = .012 (Adjusted R Squared = .003)

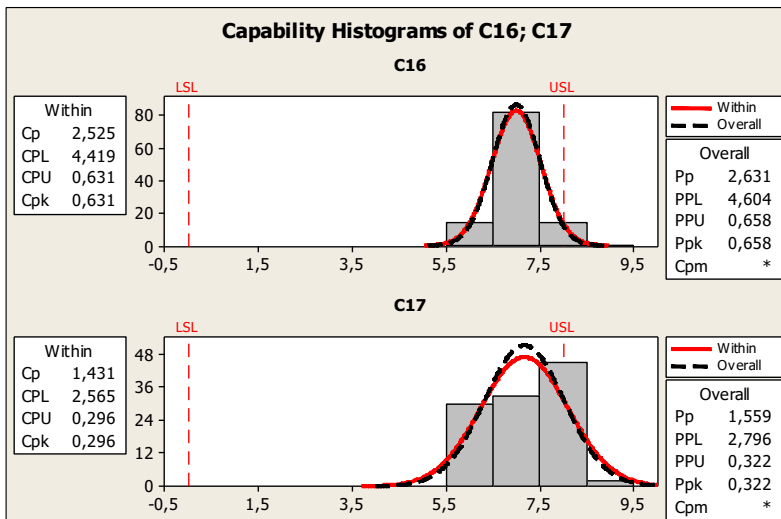
b. R Squared = .001 (Adjusted R Squared = -.008)

Residual SSCP Matrix

		O2	H2O
Sum-of-Squares and Cross-Products	O2	27.673	-15.836
	H2O	-15.836	79.636
Covariance	O2	.256	-.147
	H2O	-.147	.737
Correlation	O2	1.000	-.337
	H2O	-.337	1.000

Based on Type III Sum of Squares

Lampiran 5 Kapabilitas Proses



Lampiran 6 Surat Keaslian Data

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, mahasiswa Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi ITS :

Nama : Romi Zaki Ferdianto

NRP : 1314030092

Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini merupakan data
sekunder yang diambil dari Penelitian/Buku/Tugas Akhir/Thesis/Publikasi *) yaitu

Sumber : Divisi Quality Control

Keterangan : Data Pengisian Tabung Gas Hidrogen 7m³

Surat Pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat pemalsuan data,
maka saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Mengetahui,

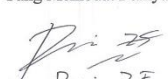
Pejabat Pemberi Data,


(.....Sawitri W.....)

NIP. 5194

Surabaya, 5 Juni 2017

Yang Membuat Pernyataan,


(.....Romi Zaki F.....)

NRP. 1314030092

Mengetahui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir,


(.....Dra. Lucia Ardiyaningrum, MT.....)

NIP. 19410131 198701 2001

BIODATA PENULIS



Romi Zaki Ferdianto adalah nama `penulis tugas akhir ini, biasa dipanggil Zaki. Penulis dilahirkan di Kota Gresik pada tanggal 25 Maret 1996. Penulis lahir dari orang tua Prihariyanto dan Faridah Hanum sebagai anak pertama dari dua bersaudara. Penulis bertempat tinggal di Kota Sidoarjo, Jawa Timur. Penulis telah menempuh pendidikan formal yang dimulai dari Taman Kanak Kanak Cendekia Sidoarjo (*lulus tahun 2002*), melanjutkan ke SD Sidokumpul Sidoarjo (*lulus tahun 2008*), melanjutkan SMPN 1 Sukodono (*lulus tahun 2011*), melanjutkan SMAN 2 Sidoarjo (*lulus tahun 2014*). Setelah lulus dari SMA, penulis melanjutkan studinya di Program Studi Diploma III di Departemen Statistika Bisnis-ITS Kota Surabaya dengan NRP 1314030092. Penulis merupakan bagian dari keluarga besar “PIONEER” yaitu angkatan 2014 yang mempunyai nomor induk himpunan $\sigma^2_{01.095}$.

Selama perkuliahan penulis aktif di dunia organisasi dan kepanitiaan. Penulis bergabung dengan Kegiatan Mahasiswa sebagai anggota staff TIM AHLI HIMADATA-ITS periode 2015/2016, Instruktur KDS HIMADATA-ITS Periode 2015/2016 sebagai Koordinator dan PRS 2016 sebagai Ketua Pelaksana Data Analysis Competition, dan WAKAHIMA HIMADATA-ITS Periode 2016/2017.

Pada akhir semester 4, penulis mendapatkan kesempatan pengalaman Kerja Praktek di PT. TELKOM Indonesia (Persero)

Ketintang Kota Surabaya. Terima kasih karena telah menyempatkan waktu untuk membaca tugas akhir yang telah penulis selesaikan. Segala kritik dan saran akan diterima oleh penulis untuk perbaikan kedepannya. Jika ada keperluan atau ingin berdiskusi dengan penulis dapat dihubungi melalui e-mail romizaki46f@gmail.com. Akhir cerita, berikut adalah kalimat yang menjadi penyemangat penulis untuk mengerjakan tugas akhir ini dalam keadaan apapun. Kurang dan lebihnya mohon dimaafkan. Wassalamualaikum wr. Wb.

“Manusia memiliki banyak momen untuk merasakan berbagai hal mulai dari hal kecil hingga hal yang tak terduga, manusia akan menginginkan untuk mendapatkan segalanya. Perjuangan memilikinya akan terasa berat namun semua adalah pilihan antara sakit karena kerja keras atau sakit karena penyesalan!”.